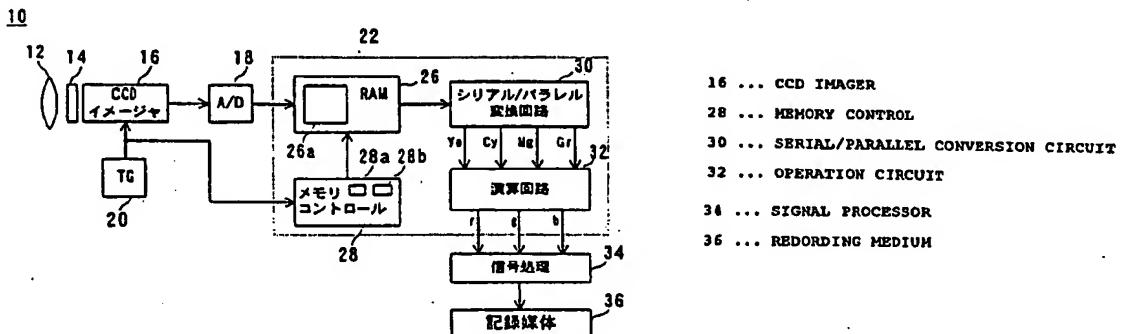




(51) 国際特許分類6 H04N 9/07, 9/67	A1	(11) 国際公開番号 WO99/25123
		(43) 国際公開日 1999年5月20日(20.05.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05018		(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB).
(22) 国際出願日 1998年11月6日(06.11.98)		添付公開書類 国際調査報告書
(30) 優先権データ 特願平9/308236 1997年11月11日(11.11.97) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三洋電機株式会社(SANYO ELECTRIC CO., LTD.)[JP/JP] 〒570-8677 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 Osaka, (JP)		
(72) 発明者 ; および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 浮田真二(UKITA, Shinji)[JP/JP] 〒666-0134 兵庫県川西市萩原台西3-302 Hyogo, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 山田義人(YAMADA, Yoshito) 〒541-0044 大阪府大阪市中央区伏見町2-6-6 タナベビル Osaka, (JP)		

(54) Title: COLOR SIGNAL PROCESSING CIRCUIT

(54) 発明の名称 色信号処理回路



(57) Abstract

A digital camera includes a CCD imager having complementary color filters. Ye data, Cy data, Mg data and Gr data are outputted from the CCD imager. Since one pixel has only one color component, the interpolation of three color components which the pixel concerned does not have is performed by a RAM, and thus four color components of the pixel are produced. In an operation circuit, the Gr component is multiplied by a predetermined coefficient α and then the product is subtracted from the Mg component, in other words, the remainder Mg' is Mg - α Gr. The Ye data, the Cy data and the Mg' data are subjected to a matrix operation by a matrix circuit and, r data and b data whose green band components are attenuated are generated.

(57)要約

ディジタルカメラは、補色フィルタが装着されたCCDイメージャを含み、このCCDイメージャから、Yeデータ、Cyデータ、MgデータおよびGrデータが出力される。それぞれの画素はいずれか1つの色成分しか持たないため、RAMにおいて、注目する画素が欠いている3つの色成分の補間処理が行われる。このようにして、注目する画素における4つの色成分が得られる。演算回路では、Gr成分に所定係数 α が掛け算され、その後Mg成分から掛け算結果が引き算される。つまり、引き算結果Mg'はMg - α Grとなる。マトリクス回路は、Yeデータ、Cyデータ、GrデータおよびMg'データにマトリクス演算を施し、グリーン帯域成分が減衰したrデータおよびbデータを生成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AL アルバニア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AT オーストリア	GA ガボン	LS レソト	SL シエラ・レオネ
AU オーストラリア	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ セルビア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BB バルバドス	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴー
BE ベルギー	GM ガンビア	MD モルドバ	TJ タジキスタン
BF ブルガリア・ファソ	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BG ブルガリア	GW ギニア・ビサオ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BJ ベナン	GR ギリシャ	ML マリ	TT トリニダッド・トバゴ
BR ブラジル	HR クロアチア	MN モンゴル	UA ウクライナ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CA カナダ	ID インドネシア	MW マラウイ	US 米国
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	IL イスラエル	UZ ウズベキスタン
CG コンゴー	IN インド	MX メキシコ	VN ヴィエトナム
CH スイス	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーロースラビア
CI コートジボアール	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CM カメルーン	JP 日本	NO ノルウェー	ZW ジンバブエ
CN 中国	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CU キューバ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
CY キプロス	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
CZ チェコ	KR 国	RO ルーマニア	
DE ドイツ	KZ カザフスタン	RU ロシア	
DK デンマーク	LC セントルシア	SD スーダン	
EE エストニア		SE スウェーデン	

明細書

色信号処理回路

技術分野

この発明は色信号処理回路に関し、特にたとえばディジタルカメラに適用され、複数の第1色信号に基づいて複数の第2色信号を生成する、色信号処理回路に関する。

従来技術

従来のディジタルカメラとしては、補色系のYe(イエロー), Cy(シアン), Mg(マゼンダ)およびGr(グリーン)のフィルタ要素を持つ補色フィルタをCCDイメージャに装着し、CCDイメージャから出力された4つの画素データつまりYeデータ, Cyデータ, MgデータおよびGrデータに基づいて、色信号処理回路によって原色系のr(レッド)データ, g(グリーン)データおよびb(ブルー)データを生成するものがあった。補色フィルタは図11に示すような分光感度特性を持ち、色信号処理回路は図12に示すような分光感度特性を持つ原色データを生成していた。

しかし、図12からわかるように、グリーンの帯域に含まれるrデータ成分およびbデータ成分が大きく、そのために色再現性が悪いという問題があった。一方、原色フィルタをCCDイメージャに装着し、CCDイメージャから直接rデータ, gデータおよびbデータを得る他のディジタルカメラでは、原色フィルタは図13に示すような分光感度特性を持ち、グリーンの帯域におけるrデータ成分およびbデータ成分は図12よりもかなり小さい。

つまり、図12および図13のいずれも、それぞれのピーク出力がほぼ“1”に正規化されるようにrデータ, gデータおよびbデータにホワイトバランス補正をかけているが、たとえば545nmの波長でのrデータのレスポンスは、図12において4.4%であり、図13の2%と比較して非常に大きい。

発明の概要

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な色信号処理回路を提供することである。

この発明の他の目的は、色再現性を向上させることができる、色信号処理回路を提供することである。

この発明に従う色信号処理回路は、次のものを備える；各画素が複数の第1色成分を持つ第1画素信号を入力する第1画素信号入力手段；および第1画素信号に基づいて、各画素が複数の第2色成分を持ちかつ複数の第2色成分の少なくとも1つの所定帯域レベルが増減された第2画素信号を出力する出力手段。

第1画素信号入力手段は、各画素が複数の第1色成分を持つ第1画素信号を入力する。そして、出力手段が、第1画素信号に基づいて、各画素が複数の第2色成分を持ちかつ複数の第2色成分の少なくとも1つの所定帯域レベルが増減された第2画素信号を出力する。

この発明のある局面では、調整手段が、複数の第1色成分のいずれか1つのレベルを調整する。出力手段では、生成手段が、調整手段から出力された第1色成分および残りの第1色成分にマトリクス演算を施し、複数の第2色成分を生成する。

この発明のある実施例では、調整手段は、いずれか1つの第1色成分に所定の係数を掛け算し、他の1つの第1色成分から掛け算結果を引き算する。

この発明の他の実施例では、第3画素信号入力手段が、各画素が複数の第1色成分のいずれか1つを持つ第3画素信号を入力する。また、補間手段が、第3画素信号に補間処理を施し、第1画素信号を生成する。上述のレベル調整は、補間手段で実行される。

この発明の他の局面では、出力手段において、生成手段が複数の第1色成分にマトリクス演算を施して、所定帯域レベルが増減された複数の第2色成分を生成する。

この発明のその他の局面では、複数の第1色成分はY_e成分、C_y成分、M_g成分およびG_r成分を含み、複数の第2色成分はr成分、g成分およびb成分を含み、そして、所定帯域はグリーン帯域を含む。

この発明のさらにその他の局面では、複数の第1色成分はY_e成分、C_y成分、

Mg成分およびGr成分を含み、複数の第2色成分はr成分、g成分およびb成分を含み、出力手段では減衰手段が、r成分およびb成分のグリーン帯域レベルを減衰させる。

この発明の他の局面では、複数の第1色成分はYe成分、Cy成分、Mg成分およびGr成分を含み、複数の第2色成分はr成分、g成分およびb成分を含み、そして、出力手段に含まれる增幅手段が、g成分のグリーン帯域レベルを增幅させる。

この発明によれば、第1画素信号に基づいて第2画素信号を出力するとき、複数の第2色成分の少なくとも1つの所定帯域成分を増減させるようにしたため、色再現性を向上させることができる。

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

図面の簡単な説明

- 図1はこの発明の一実施例を示すブロック図であり；
- 図2は補色フィルタを示す図解図であり；
- 図3は図1実施例の動作の一部を示すフロー図であり；
- 図4は図1実施例の一部を示すブロック図であり；
- 図5は他の実施例の一部を示すブロック図であり；
- 図6はその他の実施例の一部を示すブロック図であり；
- 図7はこの発明のその他の実施例を示すブロック図であり；
- 図8は図7実施例の動作の一部を示すフロー図であり；
- 図9は図7実施例の動作の他の一部を示すフロー図であり；
- 図10は図1ないし図9実施例によって生成されるrデータ、gデータおよびbデータの分光感度特性を示すグラフであり；
- 図11は図1ないし図9実施例で用いられる補色フィルタの分光感度特性を示すグラフであり；
- 図12は従来技術において得られるrデータ、gデータおよびbデータの分光感度特性を示すグラフであり；

図13は原色フィルタの分光感度特性を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

図1を参照して、この実施例のデジタルカメラ10はレンズ12を含み、このレンズ12から入射された光像が、補色フィルタ14を介してCCDイメージヤ16に照射される。補色フィルタ14は、図2に示すように、それぞれの画素に対応してYe, Cy, GrまたはMgのフィルタ要素を持つ。具体的には、YeおよびCyのフィルタ要素が奇数ラインに1画素毎に交互に配置され、GrおよびMgのフィルタ要素が偶数ラインに1画素毎に交互に配置される。なお、Yeのフィルタ要素の上下にGrのフィルタ要素が配置され、Cyのフィルタ要素の上下にMgのフィルタ要素が配置される。

CCDイメージヤ16は、タイミングジェネレータ20からのタイミング信号に応答していわゆる全画素読み出しを行う。つまり、1ラインずつ順に画素信号を出力する。A/D変換器18はCCDイメージヤ16から出力された画素信号をデジタルデータつまり画素データに変換し、色信号処理回路22に含まれるRAM26に入力する。入力された画素データは、タイミングジェネレータ20からのタイミング信号に応じて動作するメモリコントロール回路28によって、メモリエリア26aに書き込まれる。

それぞれの画素はYe, Cy, GrおよびMgのいずれか1つの色成分しか持たないため、メモリコントロール回路28は、メモリエリア26aからの読み出し時に図3に示すフロー図を処理し、それぞれの画素が不足する3つの色成分を補間する。つまり、メモリコントロール回路28は、まずステップS1でロウ方向（水平方向）のアドレスを示すカウンタ28aのカウント値xおよびカラム方向（垂直方向）のアドレスを示すカウンタ28bのカウント値yを“1”にセットし、次にステップS3～S9のそれぞれで(x, y), (x+1, y), (x, y+1)および(x+1, y+1)の画素データを順次読み出す。そして、ステップS11で、カウント値xが所定値つまり水平画素数-1であるかどうか判断する。ここで“NO”であれば、ロウ方向における次の4画素を処理すべくステップS13でカウント値xをインクリメントし、その後ステップS3に戻る。一方、

ステップS11で“YES”と判断されると、ステップS15でカウント値yが所定値つまり垂直画素数-1であるかどうか判断する。そして“NO”であれば、次のラインの左端に位置する4画素を処理すべく、ステップS17でカウント値xを1に戻すとともにカウント値yをインクリメントし、そしてステップS3に戻る。ステップS15で“YES”であれば処理を終了する。

このようにして補間処理が実行され、図2において黒丸で示す位置の4つの色成分が得られる。

RAM26からはYe成分、Cy成分、Mg成分およびGr成分がシリアル方式で出力されるため、シリアル／パラレル変換回路30は、入力されるシリアルデータに4成分毎のシリアル／パラレル変換を施す。このため、シリアル／パラレル変換回路30から同じ画素のYe成分、Cy成分、Mg成分およびGr成分が同時に出力される。

演算回路32は、図4に示すように構成される。シリアル／パラレル変換回路30から出力されたYe成分、Cy成分およびGr成分は、そのままマトリクス回路32cに入力される。また、Gr成分が掛け算器32aによって係数 α （たとえば0.75）と掛け算され、掛け算器32aの出力が減算器32bに入力される。シリアル／パラレル変換回路30からのMg成分は、この引き算器32bで掛け算器32aの出力つまり αGr と引き算され、引き算器32bからMg'成分($=Mg - \alpha Gr$)が出力される。マトリクス回路32cはMg'成分も受け、数1に従って4つの色成分にマトリクス演算を施す。

【数1】

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Ye \\ Cy \\ Gr \\ Mg' \end{bmatrix}$$

これによってマトリクス回路32cから輝度成分Yならびに色差成分CrおよびCbが出力され、マトリクス回路32dに入力される。そして再び数2に従ってマトリクス演算が行われ、輝度成分Yならびに色差成分CrおよびCbに基づいて原色系のr成分、g成分およびb成分が得られる。

【数2】

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 4 & -1 \\ 2 & -2 & -2 \\ 1 & -1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix}$$

なお、図5に示すようにマトリクス回路32cおよび32dを1つにまとめたマトリクス回路32eを設け、このマトリクス回路32eによって数3に示すマトリクス演算を行うようにしてもよい。

【数3】

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = 1/5 \begin{bmatrix} 3 & -2 & -1 & 2 \\ 1 & 1 & 3 & -1 \\ -2 & 3 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Ye \\ Cy \\ Gr \\ Mg' \end{bmatrix}$$

このようにして生成されたr成分、g成分およびb成分は、信号処理回路34でホワイトバランス補正を施され、それぞれのピークレベルがほぼ1に正規化される。具体的には、r成分、g成分およびb成分のそれぞれに“1.74”，“1.12”および“1.73”が掛け算される。このような正規化が行われる結果、それぞれの色成分は図10に示すような特性を持つ。つまり、図12と比較してわかるように、r成分およびb成分のグリーン帯域(495nm～570nm)レベルが減衰される。たとえば、波長545nmにおけるr成分の正規化出力は11%となり、従来の44%よりも改善される。なお、それぞれの色成分のマイナス出力は、同じ信号処理回路34によってアンダーフロークリップされるため、無視してよい。信号処理回路34からの出力はその後記録媒体36に記録される。

このように、Mg成分レベルを調整することによって、最終的に得られるr成分およびb成分のグリーン帯域レベルが減衰されるため、色再現性を向上させることができる。

他の実施例のデジタルカメラ10は、演算回路32が図6に示すように構成され、かつマトリクス回路32fが数4に従ってYe成分、Cy成分、Mg成分およびGr成分からr成分、g成分およびb成分を生成する点を除き、図1実施

例と同様であるため、重複した説明を省略する。

【数4】

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = 1/5 \begin{bmatrix} 3 & -2 & -1-2\alpha & 2 \\ 1 & 1 & 3+\alpha & -1 \\ -2 & 3 & -1-2\alpha & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Ye \\ Cy \\ Gr \\ Mg \end{bmatrix}$$

数4において、Grに掛けられるマトリクス係数は、“ $-1-2\alpha$ ”, “ $3+\alpha$ ”または“ $-1-2\alpha$ ”である。つまり、図1実施例はマトリクス演算の前に $Mg' = Mg - \alpha Gr$ を生成していたが、この実施例では掛け算器32aおよび引き算器32bを省略するとともにマトリクス係数の一部を変更している。具体的には、 Mg のマトリクス係数に $-\alpha$ を掛けた数値を、 Gr のマトリクス係数に加算している。これによって、マトリクス回路32fから出力されるr成分、g成分およびb成分は、マトリクス回路32dまたは32eから出力されるr成分、g成分およびb成分と同じ値を有する。つまり、この実施例では、マトリクス係数を変更することによってr成分およびb成分のグリーン帯域レベルが減衰され、色再現性が向上する。

図7を参照して、その他の実施例のデジタルカメラ10は、RAM26にワーカーエリア26bが設けられ、メモリコントロール回路28が図8および図9に示すフロー図によって補間処理を実行し、演算回路32が図6に示すマトリクス回路32gを含み、そしてこのマトリクス回路32gが数5に従って演算を行う点を除き、図1実施例と同様であるため、重複した説明を省略する。

【数5】

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = 1/5 \begin{bmatrix} 3 & -2 & -1 & 2 \\ 1 & 1 & 3 & -1 \\ -2 & 3 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Ye \\ Cy \\ Gr \\ Mg' \end{bmatrix}$$

図8および図9を参照して、メモリコントロール回路28はまずステップS21でカウンタ28a'のカウント値mおよびカウンタ28b'のカウント値nをそれぞれ“1”にセットし、ステップS23でメモリ領域26aのアドレス(x,

y ）を（ m, n ）にセットする。次に、ステップS 25で x および y はいずれも偶数であるかどうか判断し、“NO”であれば、ステップS 27で（ x, y ）の画素データ $D(x, y)$ をワークエリア26bに保持しステップS 31に移行するが、“YES”であれば、ステップS 29で数6の演算を行い、これによって得られた画素データ $D'(x, y)$ をワークエリア26bに保持する。そしてステップS 31に移行する。

【数6】

$$D'(x, y) = D(x, y) - \alpha D(x-1, y)$$

$D(x, y)$: (x, y) における画素データ

$D(x-1, y)$: (x-1, y) における画素データ

$D'(x, y)$: (x, y) における補正後の画素データ

ステップS 31～S 37, ステップS 39～S 45ならびにステップS 47～S 53のそれぞれでは、メモリコントロール回路28はステップS 23～S 29とほぼ同様の補間処理を行う。異なるのは、ステップS 31でアドレス（ x, y ）を（ $m+1, n$ ）に変更し、ステップS 39でアドレス（ x, y ）を（ $m, n+1$ ）に変更し、そしてステップS 47でアドレス（ x, y ）を（ $m+1, n+1$ ）に変更する点だけである。

図2からわかるように、カラムアドレスおよびロウアドレスがいずれも偶数の位置には常にMg成分が書き込まれている。メモリコントロール回路28は、このMg成分のレベルを数6に従って調整し、 $Mg' (=Mg - \alpha Gr)$ を生成する。

ステップS 55では、メモリコントロール回路28はワークエリア26bに保持されている4つの色成分、つまりYe成分, Cy成分, Gr成分およびMg'成分をシリアル方式で出力し、次にステップS 57でカウント値mが水平画素数-1となったかどうか判断する。ここで“NO”であれば、水平方向における次のアドレスを指定するために、ステップS 59でカウント値mをインクリメントし、そしてステップS 23に戻る。一方、ステップS 57で“YES”であれば、ステップS 61でカウント値nが所定値つまり垂直画素数-1であるかどうか判断する。そして“NO”であれば、次のラインの1番左のアドレスを指定するた

めに、ステップS 6 3でカウント値mを“1”に戻すとともにカウント値nをインクリメントし、ステップS 2 3に戻る。一方ステップS 6 1で“YES”であれば、処理を終了する。

この実施例においても、上述の実施例と同様にM g成分のレベルが調整されるため、生成されるr成分、g成分およびb成分は図10に示すような特性を持ち、色再現性を向上させることができる。

なお、この実施例のデジタルカメラとしては、静止画像のみを記録するいわゆるデジタルスチルカメラならびに動画像を記録するビデオムービーが含まれる。また、静止画像および動画像の両者を記録するデジタルカメラも考えられる。

また、この実施例では、r成分およびb成分のグリーン帯域レベルを減衰させるようにしたが、たとえばマトリクス回路32fのマトリクス係数を変更して、g成分のグリーン帯域レベルを増幅させるようにしてもよい。

この発明が詳細に説明され図示されたが、それは単なる図解および一例として用いたものであり、限定であると解されるべきではないことは明らかであり、この発明の精神および範囲は添付されたクレームの文言によってのみ限定される。

請求の範囲

1. 色信号処理回路であって、次のものを備える；

各画素が複数の第1色成分を持つ第1画素信号を入力する第1画素信号入力手段；および

前記第1画素信号に基づいて、各画素が複数の第2色成分を持ちかつ前記複数の第2色成分の少なくとも1つの所定帯域レベルが増減された第2画素信号を出力する出力手段。

2. クレーム1に従属する色信号処理回路であって、

前記複数の第1色成分のいずれか1つのレベルを調整する調整手段をさらに備え、

前記出力手段は、前記調整手段から出力された第1色成分および残りの第1色成分にマトリクス演算を施して前記複数の第2色成分を生成する生成手段を含む。

3. クレーム2に従属する色信号処理回路であって、

前記調整手段は、いずれか1つの第1色成分に所定の係数を掛け算する掛け算手段、および他の1つの第1色成分から前記掛け算手段の出力を引き算する引き算手段を含む。

4. クレーム2に従属する色信号処理回路であって、

各画素が前記複数の第1色成分のいずれか1つを持つ第3画素信号を入力する第3画素信号入力手段、および

前記第3画素信号に補間処理を施して前記第1画素信号を生成する補間手段をさらに備え、

前記補間手段が前記調整手段を含む。

5. クレーム1に従属する色信号処理回路であって、

前記出力手段は、前記複数の第1色成分にマトリクス演算を施して前記所定帯域レベルが増減された前記複数の第2色成分を生成する生成手段を含む。

6. クレーム1-5に従属する色信号処理回路であって、

前記複数の第1色成分はY e成分、C y成分、M g成分およびG r成分を含み、前記複数の第2色成分はr成分、g成分およびb成分を含み、

前記所定帯域はグリーン帯域を含む。

7. クレーム 1 に従属する色信号処理回路であって、

前記複数の第 1 色成分は Y e 成分, C y 成分, M g 成分および G r 成分を含み、
前記複数の第 2 色成分は r 成分, g 成分および b 成分を含み、

前記出力手段は前記 r 成分および前記 b 成分のグリーン帯域レベルを減衰させる減衰手段を含む。

8. クレーム 1 に従属する色信号処理回路であって、

前記複数の第 1 色成分は Y e 成分, C y 成分, M g 成分および G r 成分を含み、
前記複数の第 2 色成分は r 成分, g 成分および b 成分を含み、

前記出力手段は前記 g 成分のグリーン帯域レベルを増幅させる増幅手段を含む。

9. クレーム 1 ないし 8 のいずれかに記載の色信号処理回路を備える、デジタルカメラ。

図 1

10

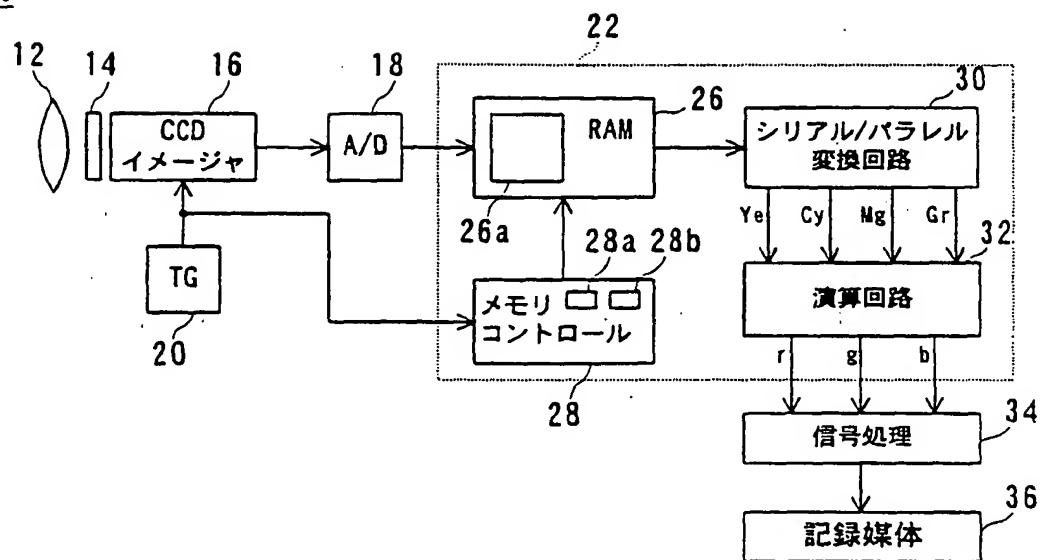


図 2

14

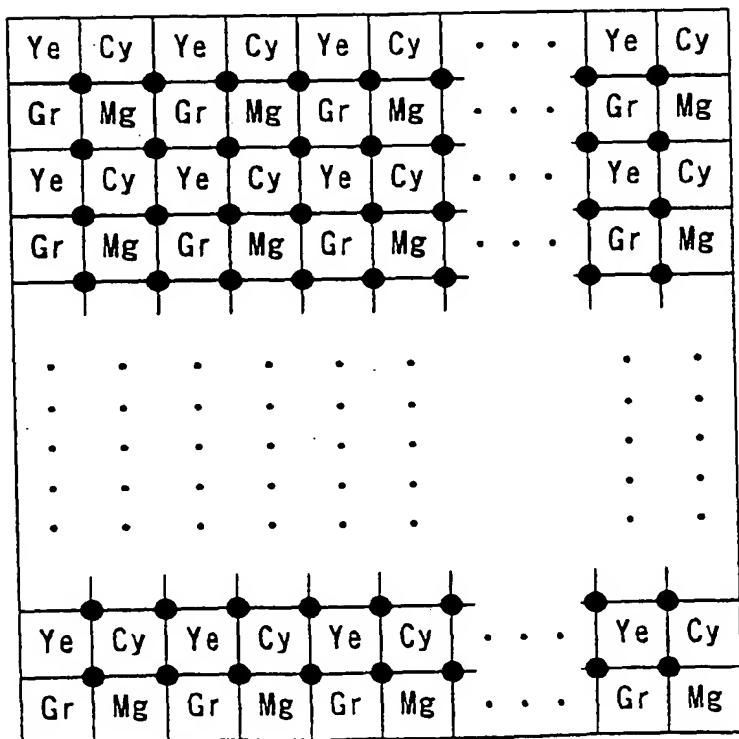


図 3

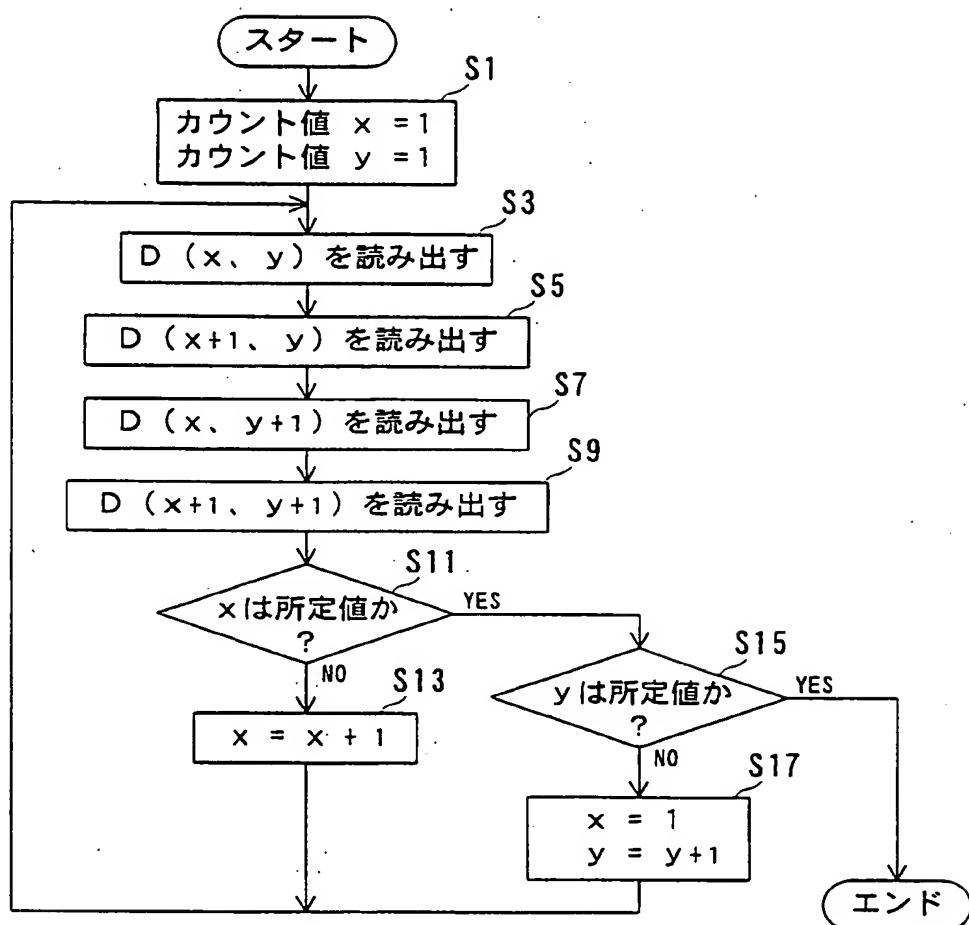


図 4

32

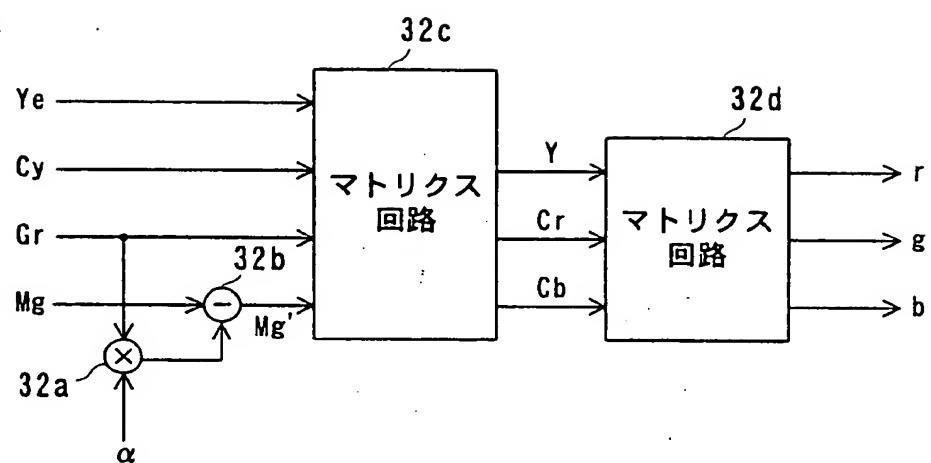


図 5

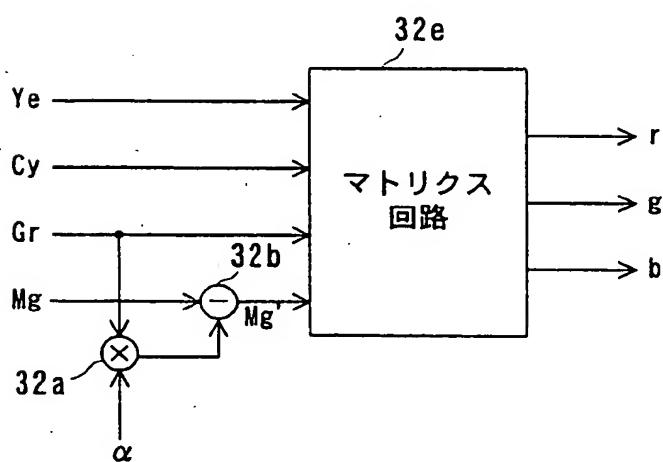


図 6

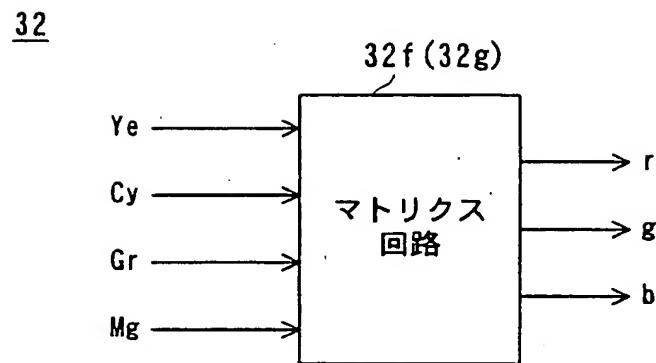


図 7

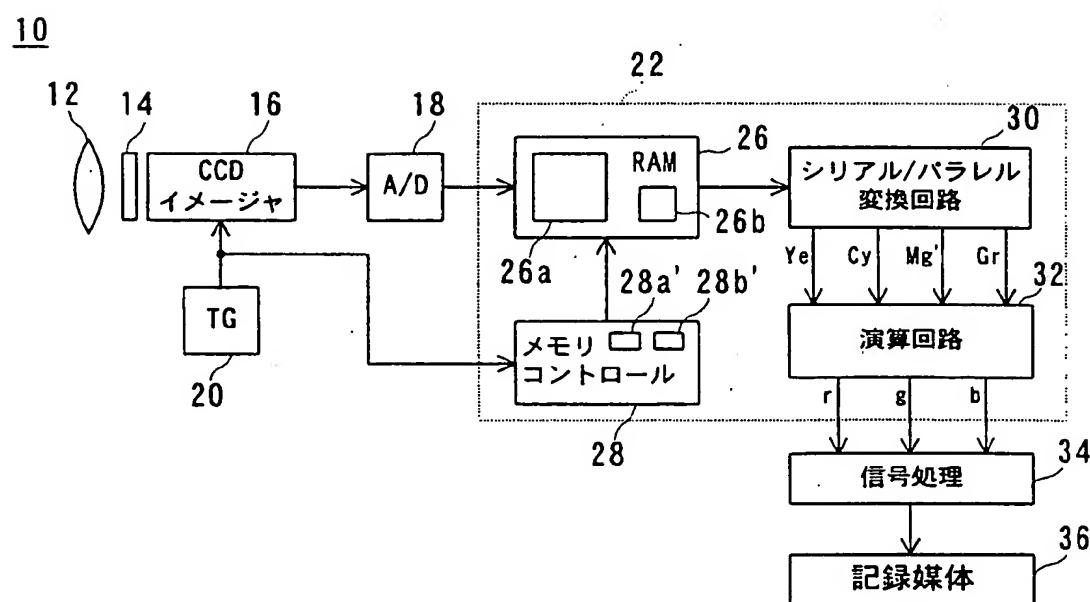


図 8

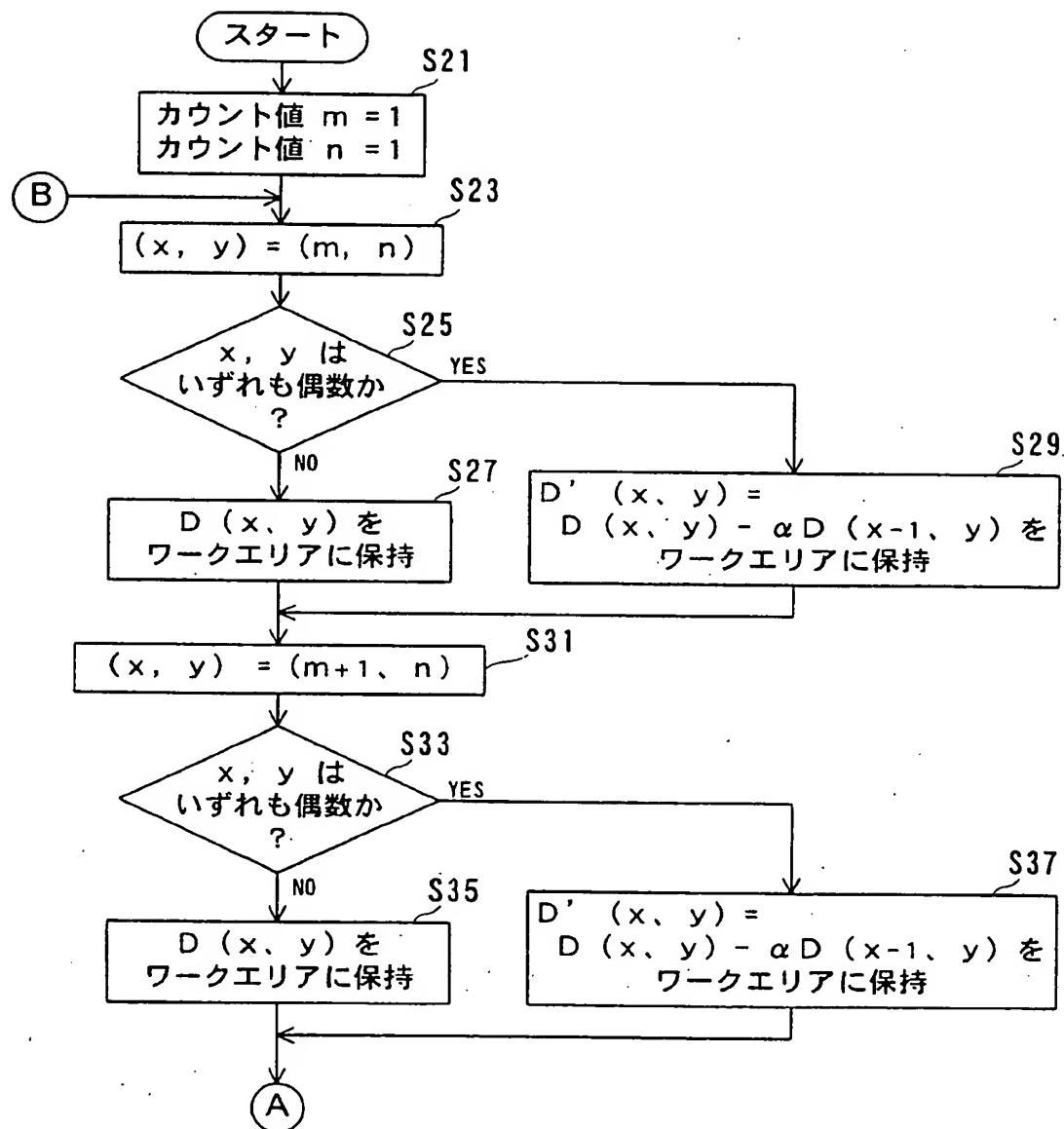


図 9

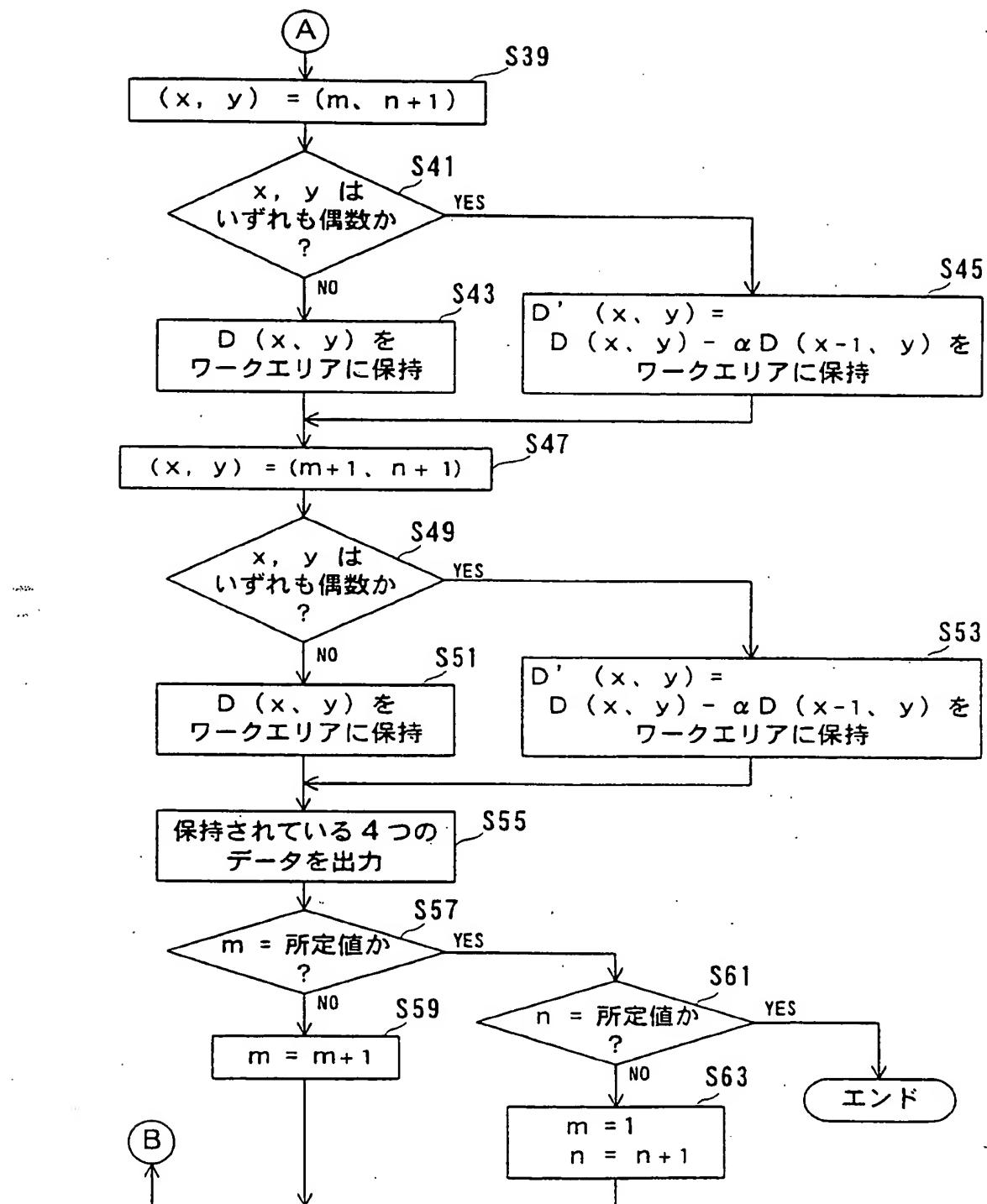


図 10

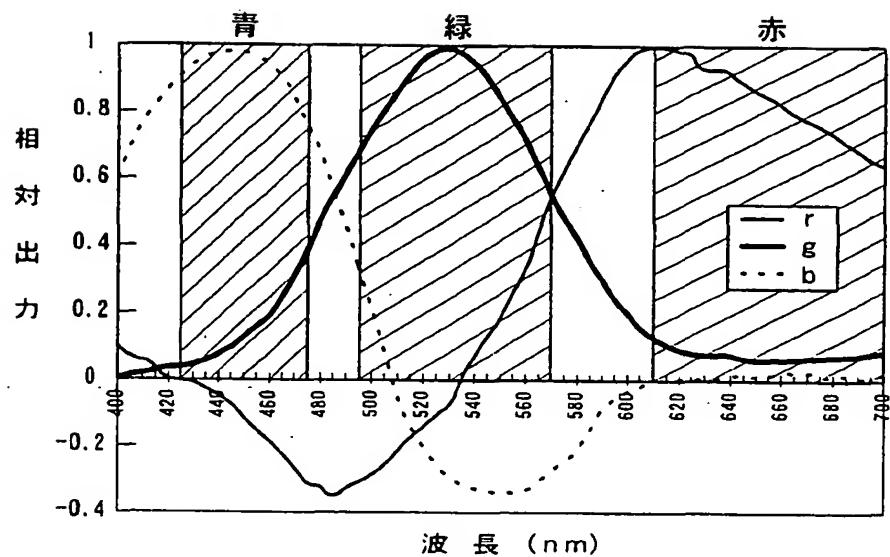


図 11

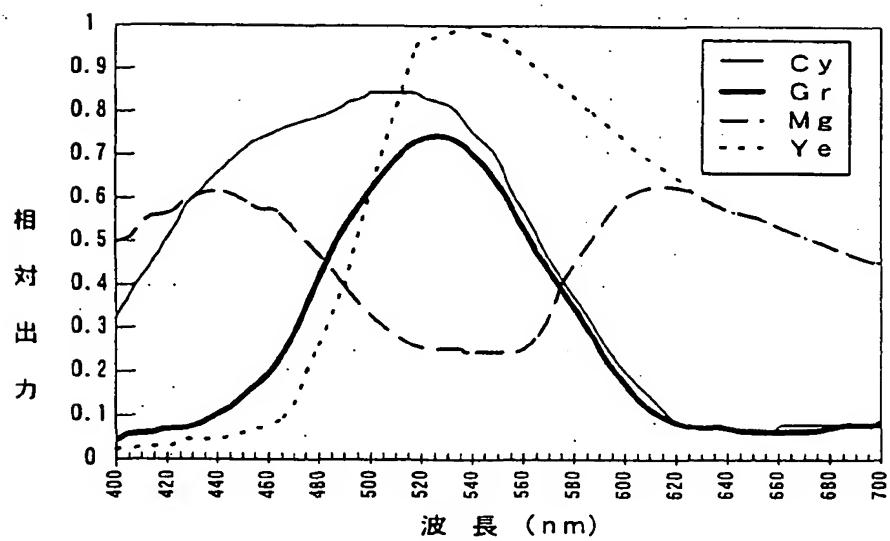


図 1 2

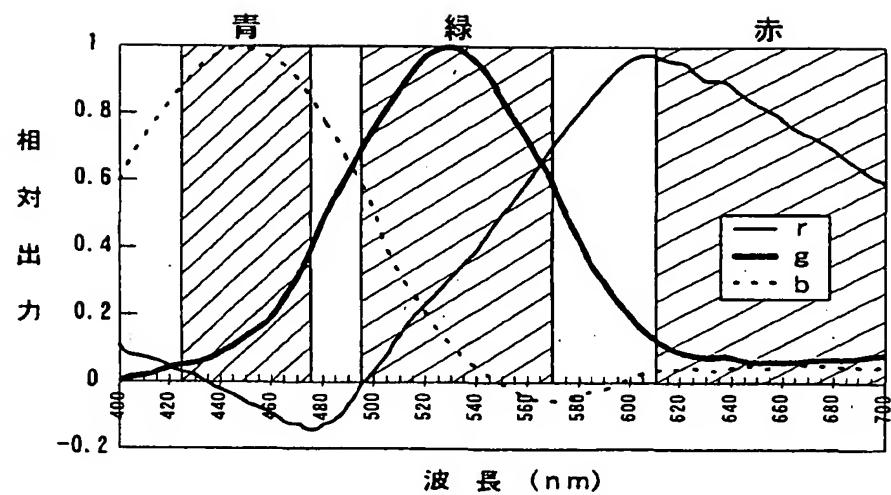


図 1 3

